

# بخش دوم

### مفهوم رنگ

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

- ۱- مفهوم رنگ را تعریف کند.
- ۲- منشأ انواع رنگ‌های معدنی، گیاهی و ... را توضیح دهد.
- ۳- سه عامل درک رنگ را توضیح دهد.

توجه: برای اجرای تمرین‌هایی که در پایان هر فصل داده شده است، ترجیحاً از گواش استفاده شود. ممکن است هنرآموز تمرین‌های دیگری را برای اجرا با مواد رنگین دیگر به هنرجویان ارائه دهد.

#### مفهوم رنگ

وقتی از رنگ سخن به میان می‌آید همه ما تصوراتی از آن خواهیم داشت و بلافاصله رنگ یا رنگ‌هایی در نظرمان جلوه‌گر می‌شود. مثل قرمز، زرد، آبی، سبز و ... در ابتدا رنگ‌های اصلی پیش از هر رنگ دیگری در نظر مجسم می‌شوند و توجه ما را به خود جلب می‌کنند. با شنیدن کلمه‌ی رنگ عناصری رنگین از طبیعت و جهان پیرامون را به خاطر می‌آوریم، مثل انواع گل‌های رنگین یا وسایل و اشیایی که با آن‌ها سروکار داریم و رنگین هستند. سرانجام احساس می‌کنیم که رنگ یعنی خیلی از چیزها و کاربرد و نقشی که رنگ می‌تواند در دیدن، تشخیص دادن و درک معانی داشته باشد در نظرمان جلوه‌گر می‌شود. اشیا و شکل‌ها به‌طور کلی دارای رنگ هستند و نور به عنوان مهم‌ترین عامل در تشخیص و دیدن رنگ همواره مورد توجه بوده است. چرا که بدون وجود نور رنگ‌ها دیده نمی‌شوند و شکل‌ها قابل تشخیص نیستند. زندگی سرشار از رنگ و جلوه‌های رنگ است. اهمیت و

نقش رنگ در زندگی، مفاهیم مختلف و متنوعی از آن را در ذهن ما زنده می‌کند. در این صورت ارائه یک تعریف مشخص و تعبیر مختصر نه تنها مفهوم جامع و گسترده رنگ را دربرنخواهد گرفت، بلکه برای درک ابعاد وسیع آن گمراه‌کننده نیز خواهد بود. رنگ در همه ابعاد زندگی جاریست و بنابراین مفهوم آن به همان گستردگی مفهوم زندگی است یا به قول «ایتن»<sup>۱</sup> «رنگ خود زندگی است».

نقش رنگ در زندگی و مسائل روزمره‌ای که با آن‌ها سروکار داریم، آن همه زیاد است که هیچ‌گاه رنگ را به مفهوم یک واژه ناشناخته و غریب احساس نمی‌کنیم. زیرا انسان معمولاً وقتی یک مفهوم، یا یک واژه، یا اصطلاح را نمی‌شناسد و یا در دانستن معنی آن تردید دارد، به جستجوی مفهوم آن می‌پردازد. اما در مورد رنگ به نظر می‌رسد آن قدر بدهی است که انسان احساس می‌کند چیزهای بسیاری از آن می‌داند و مفهوم روشنی از آن در ذهن دارد، اگر چه نتواند تعریف خاصی از آن ارائه دهد. به همین دلیل وقتی درباره رنگ پرسیده می‌شود در وهله‌ی اول نمود خود

۱- یوهانس ایتن (۱۹۶۷-۱۸۸۸) آموزگار هنر رنگ در مدرسه باوهاس و صاحب تألیفاتی چون «طرح و فرم» و «هنر رنگ» که نظریاتش راجع به تئوری رنگ و تأثیرگذاری رنگ‌ها در مدارس هنری همواره مورد توجه قرار گرفته است.

رنگ مثل زرد، قرمز یا آبی به ذهن متبادر می‌شود. اما اگر از مفهوم رنگ در هنر و به‌طور خاص در هنر تجسمی سؤال بشود، آن‌گاه به‌نظر می‌رسد که پاسخ دادن به آن قدری پیچیده است و نیاز به دانستن مباحث تخصصی و تجربه عملی در حیطه هنر تجسمی و نقش و کاربردهای رنگ دارد. به‌عنوان مثال رنگ را می‌توان عنصر اصلی کار هنرمندان نقاش دانست. این هنرمندان برای ابداع آثار خود بیش از هر چیز از رنگ استفاده می‌کنند و آن را به‌کار می‌گیرند. در این خصوص آن‌ها حتی از هنرمندان طراح نیز متمایز می‌شوند. زیرا معمولاً هنرمندان طراح از خط استفاده می‌کنند اگرچه ممکن است خطوط آن‌ها رنگین باشد، یا از رنگ در بخش‌هایی از کار خود برای تأکید، نمایش تیرگی — روشنی و یا به هر دلیل دیگری استفاده کنند. اما به‌جز هنرمندان نقاش در همه‌ی گرایش‌های هنرهای تجسمی رنگ همواره به‌عنوان یکی از عوامل و عناصر ضروری مورد توجه است. علاوه بر آن امروزه رنگ در صنایع، فعالیت‌های اجتماعی و زندگی شهری نیز کاربردهای فراوانی یافته است و روز به روز اهمیت و

کاربرد آن بیش از پیش مورد توجه قرار می‌گیرد. به‌طوری‌که زندگی بدون رنگ قابل تصور نیست.

در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان پی برد که هنرمندان مفاهیم و ویژگی‌های رنگ را معمولاً به سه طریق زیر در آثار خود به‌کار گرفته‌اند.

الف) رنگ به‌عنوان عنصری تجسمی برای توصیف موضوع اثر و خصوصیات آن؛ مثل ترسیم یک منظره پاییزی یا زمستانی که برای هرکدام از اجزای آن منظره (درخت‌ها، ساختمان‌ها، زمین، آسمان و...) از طیف رنگ‌های خاصی استفاده می‌شود و به این ترتیب پاییزی یا زمستانی بودن فضای آن منظره و همه‌ی ویژگی‌هایش با رنگ‌هایی که در آن استفاده شده توصیف می‌گردد. این خصوصیت توصیف‌گرانه رنگ می‌تواند در ترسیم یک طبیعت بیجان و عناصر آن، یک چهره و پیکره و یا هر موضوع دیگری به‌کار گرفته شود. مثل آثار نقاشان طبیعت‌گرا، یا همان‌گونه که رنگ‌های یک عکس رنگی موضوع خود را توصیف می‌کنند (شکل ۱-۶).



شکل ۱-۶ — اکبری، مرتضی؛ مأخذ: کتاب ششمین دو سالانه عکس تهران

ب) رنگ به عنوان عنصری نمادین و استعاری که معانی عمیق و درونی اثر و اجزای آن را به نمایش می‌گذارد. برای مثال در بسیاری از آثاری که هنرمندان براساس محتوای موضوعات اعتقادی، مذهبی، رمزی و افسانه‌ای ساخته‌اند، کاربرد رنگ عموماً جنبه‌ای نمادین و استعاری دارد. مثلاً در شکل ۲-۶ که موضوع آن داوری حضرت سلیمان در مورد ادعای دو زن است. هر کدام ادعا می‌کنند مادر پسر بچه‌ای است که زنده مانده است در حالی که فقط یکی از آن‌ها مادر واقعی پسر بچه است و فرزند دیگری مرده است. هنرمند با رنگ قرمز ردای حضرت سلیمان (ع) او را مظهر اقتدار، صلابت و نفوذ رأی و صراحت در داوری نشان داده است. هم‌چنان که با رنگ لباس‌های زنان نیز شخصیت درستکار، مادر واقعی در سمت چپ تابلو و مادر دروغین را در

سمت راست نشان داده است.

ج) استفاده از رنگ برای به نمایش گذاشتن ارزش‌های درونی و زیبایی‌ها و تأثیرات خود رنگ، بدون در نظر داشتن ارزش‌های استعاری و توصیفی آن. ارزش‌های بصری رنگ‌ها در هنر معاصر بیش از هر دوره دیگری مورد توجه هنرمندان قرار گرفته است. به طوری که در برخی از شیوه‌های هنر جدید، آثار صرفاً براساس ارزش‌های بیانی خود رنگ‌ها و نمایش قدرت تأثیرگذاری و زیبایی‌های بصری آن‌ها ساخته شده است. هم‌چنین از این خصوصیت رنگ به عنوان جنبه تزئینی در بسیاری از محصولات صنعتی، کاربردی و هنرهای سنتی مثل فرش، گلیم، پارچه، طراحی و دوخت لباس، معماری و شهرسازی بهره می‌برند (شکل‌های ۳-۶ تا ۵-۶).



شکل ۲-۶ - پوسن، نیکلا (۱۶۶۵-۱۵۹۴)، داوری حضرت سلیمان، ۱۶۴۹، رنگ روغن روی بوم. در این اثر هنرمند با استفاده از جنبه‌های نمادین رنگ‌ها مادر دروغین را به طور محسوس به مخاطب نشان داده است. رنگ قرمز نیز به مثابه نماد قدرت و صلابت حضرت سلیمان (ع) در قضاوت و داوری برای رنگ آمیزی ردای او استفاده شده است. هم‌چنین رنگ زرد طلایی نیز به صورت هاله‌ای از تقدس در پیرامون سر و در شکل تخت دیده می‌شود.





شکل ۳-۶ - فرش ایران، سده‌ی یازدهم هـ.ق. (۲۱۶ × ۱۵۲ سانتی‌متر). استفاده از رنگ‌های هماهنگ و چشم‌نواز در زیراندازها و به‌خصوص در فرش‌های ایرانی به زیبایی هر چه بیشتر محیط زندگی و انس انسان به محل سکونتش کمک می‌کند.



شکل ۴-۶ - کاسه‌ی زرین. سده‌ی نهم و دهم هـ.ق. قطر ۱۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۳/۵ سانتی‌متر. تزیین شده با سنگ‌ها و شیشه‌هایی به رنگ دانه انار، سبز و فیروزه‌ای. این ظرف نمونه‌ای از زیبایی و کاربرد رنگ‌ها را در صنایع دستی نشان می‌دهد.



شکل ۵-۶- هاینس ماک - نیروی رنگ در فضا، ۲۰۰۰، اکریلیک روی بوم، (۲۱۶×۲۷۴ سانتی متر).  
رنگ به عنوان عنصر اصلی در بسیاری از آثار هنر معاصر در ترکیب‌های متنوع موضوع کار نقاشان قرار گرفته است.

جلد و تصویرسازی برای یک کتاب. به همین نسبت کاربرد رنگ در آثار حجمی، فضاها، عمومی، شهری و معماری می‌تواند روح و حیات خاصی را در زندگی جمعی بدمد. امروزه تأثیرات رنگ و نقش آن در زندگی روزمره یکی از ارکان اصلی طراحی شهری، معماری و مجسمه‌سازی تلقی می‌شود. همچنین کاربرد رنگ و توجه به ویژگی‌های زیبایی‌شناختی و تأثیرات گرافیکی آن در طراحی صنعتی و ابزار و لوازمی که به‌طور روزمره با آنها سروکار داریم بر هیچ‌کس پوشیده نیست.

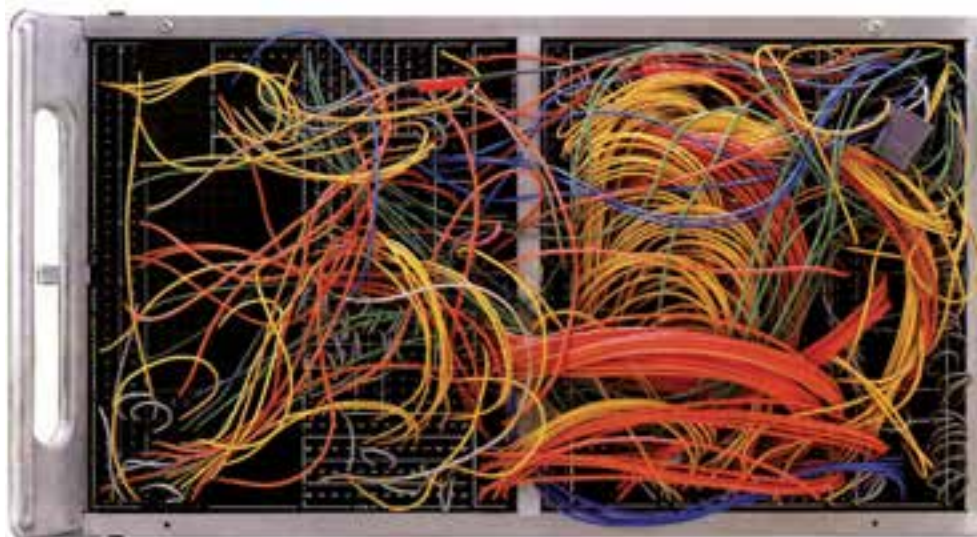
استفاده خلاقانه از رنگ در طراحی پارچه، لباس، مبلمان و تزئینات داخلی فضای زندگی روزانه می‌تواند به ریتم زندگی ما معنای عمیق‌تری بدهد. نقش رنگ در عکاسی و در سینما نیز دارای اهمیتی چشم‌گیر است و نه تنها می‌تواند سبب ایجاد جذابیت و تأثیرگذاری بر مخاطب شود، بلکه به انتقال معانی و مفاهیم در

تفکیک این جنبه‌های سه‌گانه در کاربرد رنگ به هیچ‌وجه به معنای آن نیست که در هر کدام از آثار و شیوه‌های یاد شده صرفاً یکی از این جنبه‌ها مورد توجه هنرمندان بوده است. بلکه یک یا دو یا هر سه این جنبه‌ها ممکن است در یک اثر هنری مورد تأکید و استفاده قرار گیرد.

اگرچه رنگ همواره به عنوان ماده و عنصر اصلی کار هنرمندان نقاش مورد تأکید قرار می‌گیرد، لیکن نقش آن نه تنها در سایر شاخه‌های هنر تجسمی و ارتباطات بصری قابل بررسی است، بلکه در هنرهای دیگر نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از عوامل اصلی ارتباط بصری در همه آثار گرافیک، رنگ و نحوه‌ی کاربرد آن است. از مقوله بسته‌بندی گرفته که استفاده‌ی درست از رنگ می‌تواند سبب رونق بازار تجاری برای یک کالا شود تا ترسیم و اجرای یک اعلان، یک نشانه یا طراحی روی

وسیعی را در خصوص مواد رنگی و ساخت رنگ‌ها به وجود آورده است. به طوری که امروزه طیف بسیار گسترده‌ای از رنگ‌های طبیعی و مصنوعی با امکانات و ویژگی‌های متفاوت برای کاربردهای هنری، صنعتی، علمی و اجتماعی ساخته می‌شود و در اختیار همگان قرار می‌گیرد (شکل‌های ۶-۶ تا ۶-۸).

یک ساختار بصری و تصویری عمق و فضای بیشتری می‌بخشد. هنر نمایش با استفاده از امکانات تأثیرگذاری بصری و روانی رنگ در طراحی صحنه، لباس بازیگران، نور و عوامل جنبی حیطه‌ی کاربردهای رنگ را باز هم گسترده‌تر به نمایش می‌گذارد. کاربردهای بسیار متنوع رنگ در هنر، صنایع و علوم و نقش تأثیرگذار آن در زندگی از حدود سه قرن پیش تحقیقات



شکل ۶-۶ - پشت یک صفحه کنترل و مدارهای یک دستگاه الکترونیکی، (۵۲/۷ × ۲۹/۲ سانتی‌متر)، ۱۹۵۰- کاربرد رنگ در روکش سیم‌هایی که امروزه در صنایع الکتریکی و الکترونیکی استفاده می‌شوند، یکی از وجوه کاربردهای صنعتی رنگ می‌باشد.



شکل ۶-۷ - خودروسواری Cisitalia "202" GT - 1964، صنایع خودروسازی با توجه به سلیقه خریداران و ارتباط نوع رنگ‌ها با مدل و شکل محصولات خود، از رنگ استفاده می‌کنند.





شکل ۸-۶- استفاده از رنگ در مواد غذایی و شیرینی جات برای ایجاد جذابیت، تحریک اشتها و زیبایی موضوعی است که همواره مورد توجه بوده است. به خصوص در جشن‌ها، میهمانی‌ها و اعیاد رنگ مواد غذایی می‌تواند به تزیین و زیبایی سفره کمک کند و با شادی‌ها همراه گردد.

صورتی که در کار با رنگ همه احساس و توانایی‌های روحی خود را به کار گیرید و آن را صرفاً یک تکلیف مدرسه‌ای ندانید، اتفاقاتی که در هنگام کار با رنگ پیش خواهد آمد بسیار آموزنده، نشاط‌آور و تأثیرگذار خواهد بود و باعث می‌شود شناخت عمیقی از رنگ به دست آورید که در همه حال می‌تواند به قدرت ابداع و خلاقیت شما کمک کند. توضیح این نکته ضروری است که اگر چه در این کتاب و یا هر کتاب دیگری که درباره‌ی رنگ نوشته شده است، قواعدی در ارتباط با شناخت، کاربرد و چگونگی تأثیرگذاری رنگ‌ها توضیح داده شده است، اما کار خلاقانه با رنگ هیچ‌گاه به معنای پیروی صرف از قواعد توضیح داده شده نیست. این قواعد تنها می‌توانند به درک خصوصیات و شناخت اولیه ما از ابزار و مواد کار هنری کمک نمایند. تازه پس از کسب این شناخت و درک قواعد مربوط به آن است که کار خلاقانه‌ی هنرمند شروع می‌شود. به همین دلیل در کار هنری همواره چیزهای تازه‌ای وجود دارد که توسط هنرمندان و کار خلاقانه آن‌ها پدیدار می‌شود و در اثر هنری معنا پیدا می‌کند. قواعد، نحوه‌ی تأثیرگذاری و خصوصیات رنگ و کار با آن را باید شناخت، لیکن نایستی به آن‌ها اکتفا کرد؛ لازم است پس از کسب شناخت اولیه و تربیت توانایی‌های هنری برای کسب تجارب تازه‌تر و عمیق‌تر قدم برداشته شود.

مفهوم رنگ در کنار کاربرد آن معنی می‌شود و چون مفهوم رنگ دامنه‌ها و ابعاد بسیار گسترده‌ای دارد، لازم است برای درک هرچه بهتر رنگ ویژگی‌های آن را مورد مطالعه و بررسی قرار دهیم. کار عملی با رنگ و انجام تمرین‌هایی برای شناخت، کاربرد و تجربه خصوصیات رنگ‌ها می‌تواند به درک رنگ و مفاهیم آن کمک نماید. مسلماً مطالعه نظری پیرامون رنگ و ویژگی‌های آن اطلاعات عمومی ما را در خصوص تأثیرات و روابط رنگ‌ها با یکدیگر افزایش می‌دهد. اما این موضوع به هیچ وجه به معنای توانایی در به کار بردن موفقیت‌آمیز و خلاقانه رنگ در یک اثر هنری نیست. بلکه تجربه عملی به کار بردن مواد و ابزار کار هنری است که مهارت و توانایی‌های خلاقانه یک هنرمند را شکوفا می‌سازد و او را قادر می‌سازد تا در لحظات پرشور آفرینش اثر هنری از این امکانات بهره‌بردارد. بنابراین موفقیت در ابداع اثر هنری علاوه بر قریحه و ذوق خدادادی بیش از هر چیز بستگی به توانایی‌ها و تجربه عملی هنرمند و شناخت او از خصوصیات و امکانات ابزار و مواد مختلف کارش دارد. زیرا اثر هنری در عمل شکل می‌گیرد و آفریده می‌شود و شناخت ویژگی‌های رنگ و کاربرد مؤثر آن نیز بیش از هر چیز در گرو انجام تمرین‌های رنگ است. به همین دلیل لازم است مطالب عرضه شده در قالب تمرین‌های عملی با علاقمندی، پشتکار و جدیت دنبال شود. در



## رنگ چیست؟

پس از بحث پیرامون مفهوم رنگ لازم است درباره خود رنگ و چستی و چگونگی آن نیز مطالبی گفته شود. به طور کلی رنگ را می توان به دو معنای عمده بررسی کرد؛ که یکی مواد رنگی و کاربرد آن هاست و دیگری ادراک و مفهوم پدیده رنگ است. این دو معنا در زیر توضیح داده می شود:

الف) رنگ به عنوان ماده ای که با آن چیزی را رنگ آمیزی می کنند. در این معنی رنگ معمولاً از مخلوط رنگدانه های بسیار ریز<sup>۱</sup> و موادی که اصطلاحاً به آن ها بست (انواع رزین، صمغ، آب و روغن که مخلوط آن ها با رنگدانه ها، رنگ ها را برای استفاده

آماده می کنند) می گویند ساخته می شود. مثل رنگ روغنی که از مخلوط مواد رنگین با روغن های خشک شونده ساخته می شود. آب رنگ، گواش و اکریلیک نیز از مخلوط مواد رنگین با آب و نوعی چسب محلول در آب ساخته می شود. رنگدانه ها ذرات بسیار بسیار ریز جامدی هستند که در مایعات غیر محلولند. این مواد معمولاً به طور طبیعی موجودند مثل انواع خاک ها و گردهای سنگ ها و فلزات رنگین. از قرن هیجدهم به این سو رنگدانه ها به صورت مصنوعی از مواد معدنی و اسید فلزات نیز ساخته می شود که دارای تنوع بسیار زیادی هستند و امروزه به صورت رنگ های آماده در دسترس همگان قرار می گیرد (شکل های ۹-۶ و ۱۰-۶).



شکل ۹-۶ رنگدانه ها ذرات بسیار بسیار ریزی هستند که در آب غیر محلولند و از آسیاب کردن مواد معدنی به دست می آیند. اما از حدود سیصد سال پیش به این طرف رنگدانه های مصنوعی متنوعی با استفاده از روش های شیمیایی ساخته می شود. همین رنگدانه ها هستند که امروزه مورد استفاده نقاش ها قرار می گیرد.



شکل ۱۰-۶ در رنگ های روغنی، رنگدانه ها با روغنی که در اثر مجاورت با هوا خشک می شود، مخلوط شده و مورد استفاده قرار می گیرند. رنگ های موسوم به اکریلیک نیز رنگدانه هایی هستند که حلال آن ها آب است و پس از خشک شدن، لایه سختی از خود به جای می گذارند که دیگر با آب حل نمی شوند.

علاوه بر این‌ها رنگ‌های جوهری به‌طور مصنوعی نیز ساخته می‌شوند. برای رنگ کردن بافتنی‌ها، مواد ساخته شده مصنوعی مثل انواع پلاستیک‌ها و کاغذهای رنگی و مواد غذایی از جوهر رنگی استفاده می‌شود (شکل‌های ۱۱-۶ و ۱۲-۶).

رنگ‌های جوهری بخش دیگری از مواد رنگین هستند که در مایعات حل می‌شوند. این جوهرها معمولاً منشأ آلی دارند و از انواع گیاهان و حیوانات به دست می‌آیند. برگ، پوست میوه و چوب بسیاری از گیاهان برای به دست آوردن رنگ‌های جوهری استفاده می‌شوند. چای و قهوه نیز جزو رنگ‌های جوهری هستند.



شکل ۱۱-۶- رنگ‌های با منشأ گیاهی و حیوانی از دیرباز برای رنگ آمیزی مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند. یکی از ساده‌ترین رنگ آمیزی‌ها، رنگ کردن تخم مرغ است که معمولاً در عید نوروز با آب‌پز کردن در آبی که مقداری پوست پیاز در آن است و به همراه تخم مرغ‌ها می‌جوشد، انجام می‌گیرد. رنگ پوست پیاز از انواع رنگ‌های جوهری است.



شکل ۱۲-۶- در رنگ آمیزی پارچه‌ها که معمولاً از رنگ‌های جوهری استفاده می‌شود، پارچه برای مدتی در محلولی از رنگ جوهری قرار می‌گیرد و یا جوشانده می‌شود. البته برخی از پارچه‌ها نیز با استفاده از رنگدانه رنگ آمیزی می‌شوند که در این صورت رنگ به همی جسم پارچه نفوذ نمی‌کند بلکه فقط یک روی پارچه دارای رنگ است.

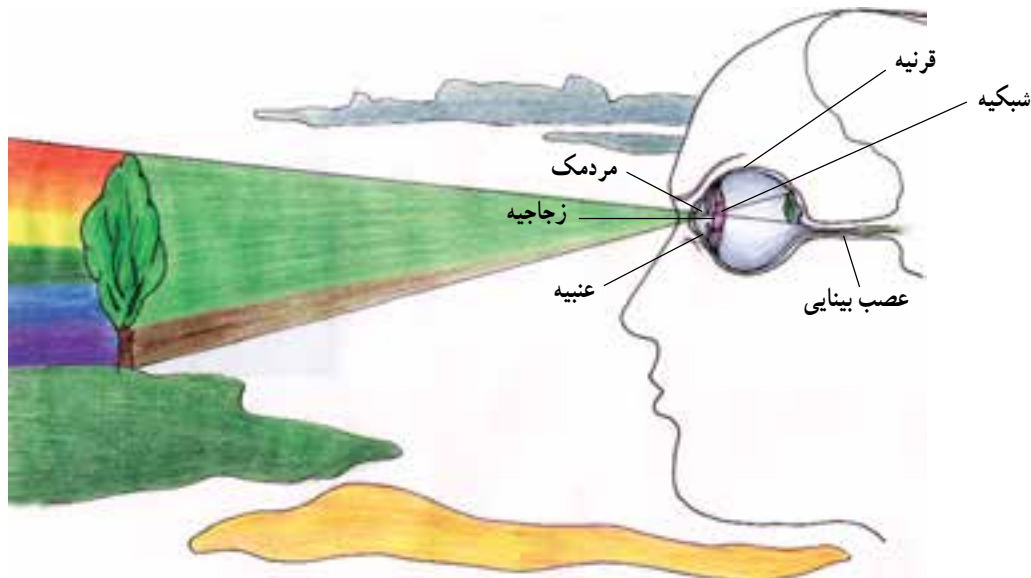
ب) رنگ به عنوان پدیده‌ای که در چگونگی دیدن و درک آن سه عامل دخالت دارند. این عوامل عبارتند از :  
 ۱- نور به عنوان منبع فرآیند رنگ، که بدون آن رنگ اشیا دیده نمی‌شود.

۲- ساختار مولکولی اشیا که باعث می‌شود همه یا بخشی از نور تابیده شده به آن‌ها منعکس شود و در نتیجه به رنگ همان بخش از طیف نور که از اشیا به چشم منعکس می‌شود، دیده شوند.

۳- چشم انسان که نور بازتاب یافته از سطح اشیا را در یک فرآیند پیچیده به وسیله سلول‌های نوری شبکیه تشخیص می‌دهد. نور پس از عبور از شبکیه توسط اعصاب بینایی به شکل علائمی خاص به مغز انتقال می‌یابد و این علائم در مغز به عنوان

رنگ ادراک می‌شوند. توضیح این که در شبکیه دو دسته سلول نوری وجود دارد. یک دسته سلول‌های استوانه‌ای هستند که با آن‌ها تیرگی‌ها و روشنی‌ها تشخیص داده می‌شود و دسته دیگر سلول‌های مخروطی شکل هستند که رنگ‌ها را تشخیص می‌دهند (شکل‌های ۱۳-۶ تا ۱۵-۶).

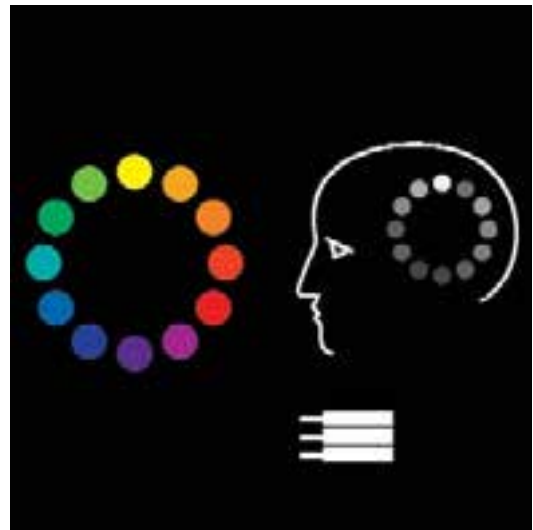
عوامل اول و دوم در خارج از وجود انسان و مستقل از او هستند و عامل سوم مربوط به عملکرد عضو بینایی و قوای درونی انسان است. بدون تأثیرگذاری و عملکرد مشترک این سه عامل پدیده رنگ ادراک نخواهد شد. بنابراین پدیده رنگ از یک طرف بر اثر عملکرد عوامل بیرونی و از طرف دیگر توسط عملکرد اندام بینایی شکل می‌گیرد.



شکل ۱۳-۶



شکل ۱۵-۶ - سلول‌های مخروطی رنگ‌ها را از یکدیگر تمیز می‌دهند. آن‌ها نسبت به طول موج‌های مختلف نور از نظر ترکیب رنگی حساس هستند.



شکل ۱۴-۶ - سلول‌های استوانه‌ای نسبت به تیرگی‌ها و روشنی‌ها حساس هستند و قسمت‌های روشن و تاریک را از یکدیگر تمیز می‌دهند. در واقع آن‌ها میزان تیرگی یا روشنی رنگ‌ها را تشخیص می‌دهند.

## تمرین

- ۱- با جستجو در کتاب‌ها و مجلات حداقل پنج تصویر پیدا کنید که در آن‌ها نمود، کاربرد و نقش رنگ‌ها به وضوح دیده شود. این تصاویر را در کلاس ارائه نموده و راجع به آن‌ها توضیح دهید. بهتر است در صورتی که امکان آن را داشته باشید، این تصاویر را خود شما با عکسبرداری از آن‌چه در محل زندگیتان وجود دارد تهیه کنید.
- ۲- با نظرخواهی از دوستان، آشنایان و افراد مختلف یک تحقیق راجع به اسامی محلی و بومی رنگ‌ها و موادی که می‌توان از آن‌ها رنگ تهیه کرد و چگونگی ساختن رنگ‌ها و کاربردهای مختلف آن‌ها انجام داده و در کلاس ارائه دهید.



### فیزیک رنگ

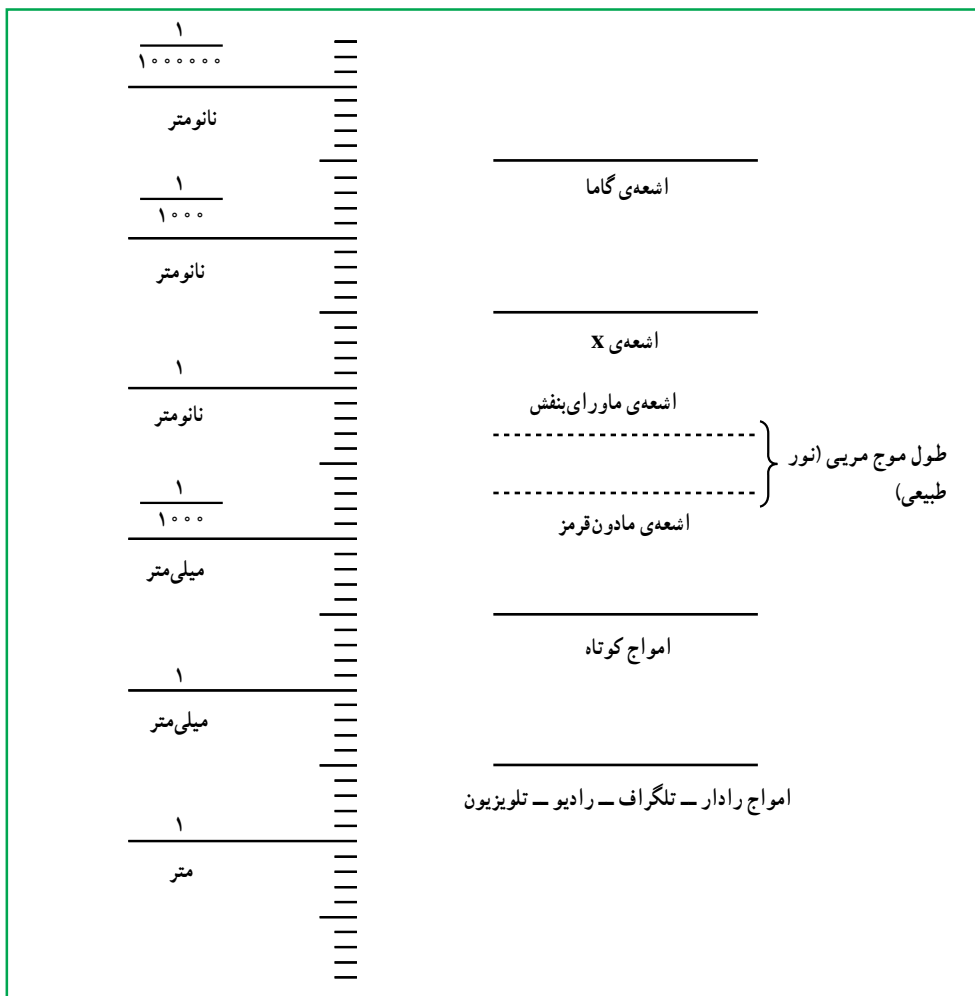
هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

- ۱- فیزیک رنگ را توضیح دهد.
- ۲- انواع ترکیب رنگ را تعریف کند.
- ۳- تفاوت ترکیب افزایشی و کاهشی را توضیح دهد.

#### فیزیک رنگ

همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، بدون وجود نور اجسام دیده نمی‌شوند. رنگ و شکل اشیا در تاریکی قابل رؤیت نیستند. اشیا زمانی دیده می‌شوند که یا از خودشان نور منتشر کنند و یا نور منبع روشنایی دیگری را بازتاب دهند. دیده نشدن اشیا را بدون وجود نور با تاریک کردن یک مکان می‌توان دریافت. نور طبیعی که اصطلاحاً به آن نور مری هم می‌گویند که باعث دیده شدن جهان پیرامون و اشیا می‌شود. بخشی از انرژی الکترومغناطیسی است که به صورت امواج منتشر می‌شود و زمانی که با اشیا برخورد می‌کند قابل رؤیت می‌گردد. طیف امواج الکترومغناطیسی دارای طول موج‌های متفاوتی است که از چند میلیونیم نانومتر (یک نانومتر = یک میلیونیم میلی‌متر است)، تا بیش از هزار کیلومتر متغیر می‌باشد. نور دارای طول موجی میان حدود  $380^\circ$  تا  $760^\circ$  نانومتر است. امواج کوتاه‌تر از  $380^\circ$  و بلندتر از  $760^\circ$  نانومتر قابل رؤیت نیستند. اما وجود آن‌ها را با وسایل و

امکانات آزمایشگاهی می‌توان دریافت. مثل امواج ماورای بنفش، اشعه‌ی ایکس، امواج گاما و... که طول موج آن‌ها کوتاه‌تر از نور است و عموماً برای حیات انسان و طبیعت مضر و خطرناک هستند. امواج مادون قرمز و امواج مخابراتی نیز دارای طول موج بلندتر از  $760^\circ$  نانومتر هستند که برای ایجاد گرما و ارسال اطلاعات استفاده می‌شوند. برای توضیح بیشتر به شکل ۱-۷ توجه شود. علم فیزیک چگونگی پیدایش رنگ‌های مختلف از تجزیه نور طبیعی را به ما توضیح می‌دهد. نور خورشید و بسیاری دیگر از منابع نورانی مشابه، از اشعه‌هایی با طول موج‌های متفاوت تشکیل شده است. هنگامی که باریکه‌ای از نور خورشید به یک منشور تابیده شود، هنگام عبور از سطوح منشور می‌شکند و پس از برخورد با زمینه‌ی سفید به صورت طیفی رنگین دیده می‌شود. در طیف حاصل هر دسته از طول موج‌ها رنگ خاصی را نشان می‌دهد (شکل ۲-۷).



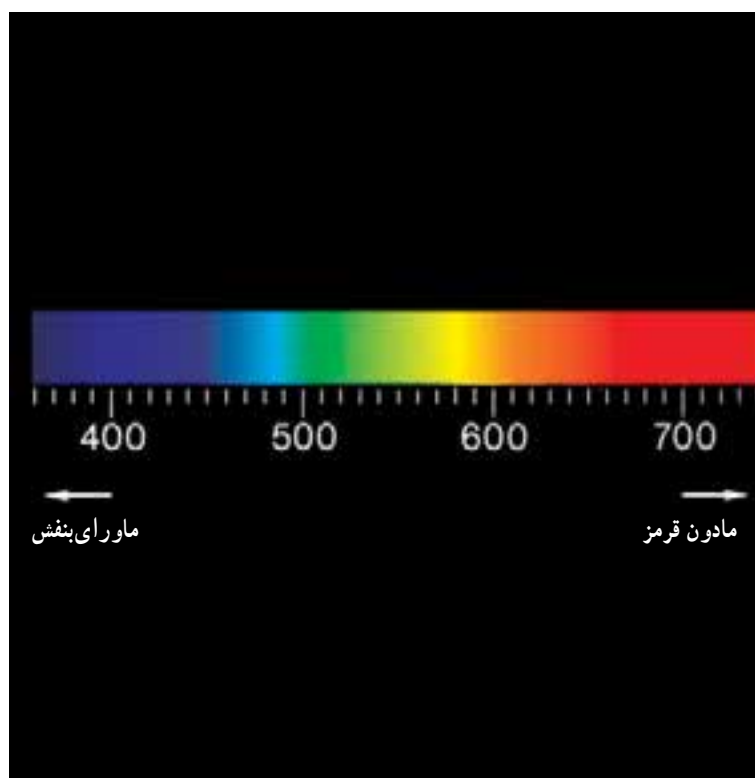
شکل ۱-۷. امواج الکترومغناطیسی از طول موج بسیار کوتاه یک میلیونیم نانومتر تا طول موج هزاران کیلومتری متغیر هستند. معمولاً امواج بسیار کوتاه گاما و ایکس که مخرب هستند در اثر برخورد به جو به زمین راه پیدا نمی‌کنند و گرنه حیات را روی کره زمین از میان می‌برند. اشعه ایکس کاربردهای پزشکی و علمی دارد و اشعه ماورای بنفش به پوست و چشم آسیب می‌رساند. امواج با طول موج میان حدود  $380^\circ$  تا  $760^\circ$  نانومتر نیز طیف نور طبیعی و مرئی را تشکیل می‌دهند.



شکل ۲-۷. وقتی که دسته باریکی از اشعه نور مرئی (که اصطلاحاً نور سفید می‌گوییم) به یک منشور می‌تابد در اثر دوبار برخورد با سطوح منشور و شکسته شدن، به صورت طیف‌های رنگین کمان دیده می‌شود.

طیف رنگ‌ها از یک سو با رنگ بنفش شروع می‌شود و به تدریج به آبی می‌رسد و از آبی به تدریج به سبز تبدیل می‌گردد، آن‌گاه نوار باریک زرد دیده می‌شود که به تدریج به نارنجی و سپس به قرمز ختم می‌گردد. رنگ‌های میانی دیگری هم چون سبز آبی، سبز زرد، زرد نارنجی، قرمز نارنجی نیز وجود دارند اما به طور قابل تفکیکی دیده نمی‌شوند. همان‌طور که قبلاً توضیح داده شد اشعه‌های با طول موج کوتاه‌تر از بنفش (کوتاه‌تر از  $380^\circ$  نانومتر) و با طول موج بلندتر از قرمز (بلندتر از  $760^\circ$  نانومتر) نیز به چشم دیده نمی‌شوند (شکل ۳-۷).

با تجزیه نور توسط منشور، آن دسته از اشعه‌ها که طول موج کوتاهی دارند به رنگ آبی بنفش دیده می‌شوند و آن دسته از اشعه‌های نور که بلندترین طول موج را دارند به رنگ قرمز دیده می‌شوند. دسته‌ای دیگر از طیف حاصل که دارای طول موج متوسط هستند به رنگ سبز دیده می‌شوند. در فاصله میان این سه دسته طول موج کوتاه، متوسط و بلند سه رنگ دیگر با مرزهای محوشونده به صورت نوارهای باریک‌تری قابل رؤیت هستند که عبارتند از نارنجی، زرد و آبی. در واقع هیچ‌کدام از این طیف‌های رنگین به طور قاطعی از یکدیگر جدا دیده نمی‌شوند و هیچ دسته از این طول موج‌ها با مرز مشخص از دیگری جدا نمی‌شود، بلکه

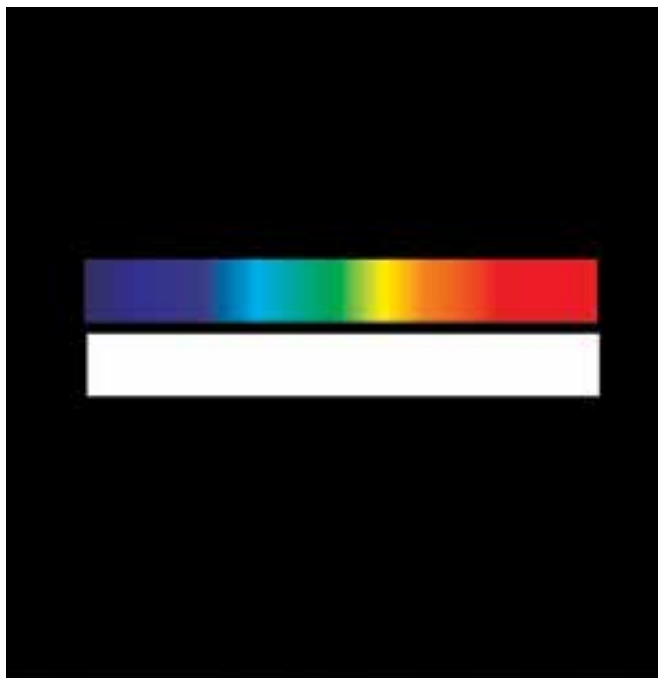


شکل ۳-۷. در طیف‌های رنگین حاصل از شکست نور، کوتاه‌ترین طول موج به رنگ بنفش و بلندترین طول موج به رنگ قرمز دیده می‌شود. میان این دو طیف سایر رنگ‌ها و تغییرات آن دیده می‌شود که به تدریج در یکدیگر محو شده و بدون مرز خیلی واضحی از هم متمایز می‌شوند.

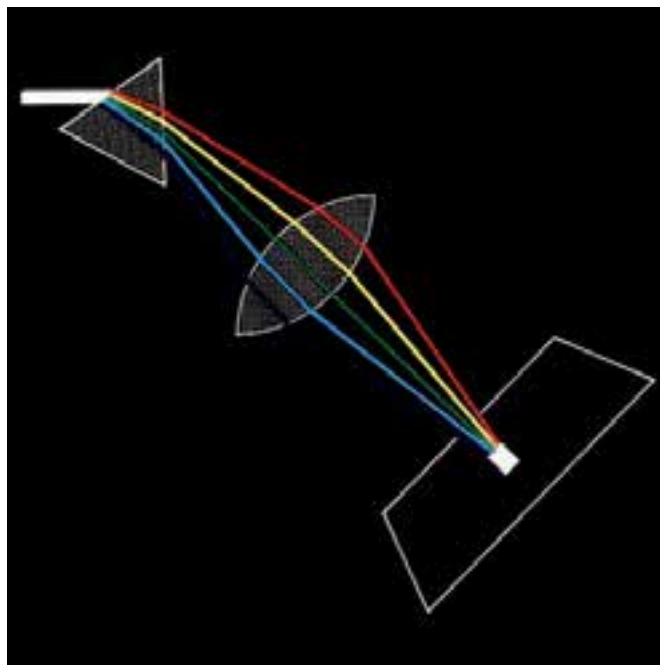
## ترکیب افزایشی

در صورتی که طیف رنگ‌های حاصل از شکست و تجزیه

نور به وسیله منشور را دوباره به کمک یک عدسی همگرا (محدب) با هم ترکیب کنیم، مجدداً نور سفید حاصل می‌شود (شکل ۷-۴).



(الف)



(ب)

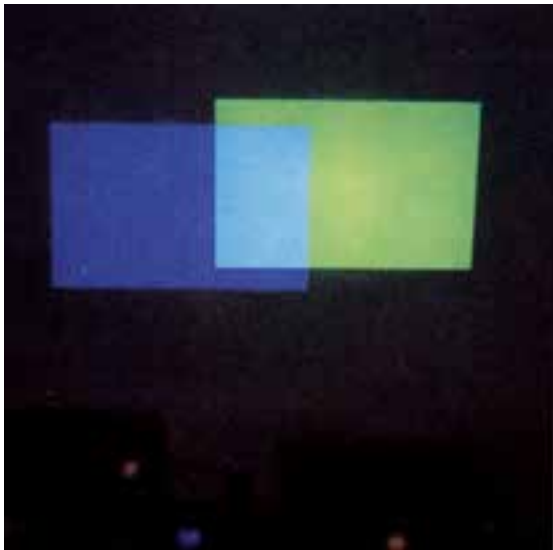
الف - طیف‌های مختلف رنگ که در اثر عبور نور از منشور به وجود آمده‌اند.  
ب - در صورتی که مجدداً طیف‌های حاصل از تجزیه نور از یک عدسی همگرا گذرانده شوند، با یکدیگر ترکیب شده و مجدداً نور سفید حاصل می‌شود.

شکل ۷-۴



با یکدیگر افزایش می‌یابد، ترکیب افزایشی می‌گویند. نورهای رنگین وقتی دو به دو با یکدیگر ترکیب می‌شوند از طریق افزایشی رنگ‌های دیگر را به وجود می‌آورند (شکل‌های ۵-۷ تا ۸-۷).

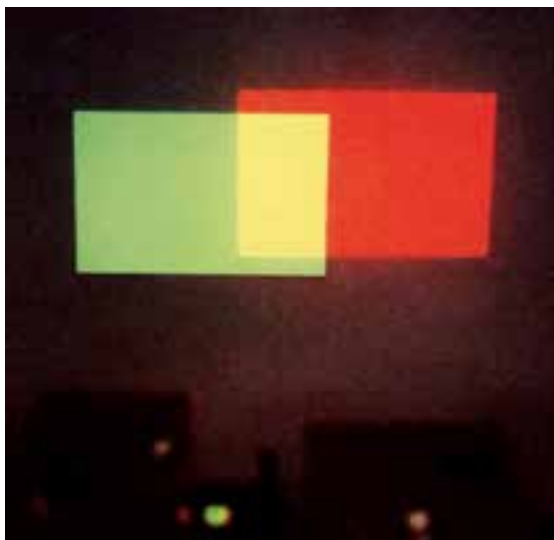
بنابراین سه رنگ اصلی نور: قرمز با طول موج بلند، سبز با طول موج متوسط و بنفش با طول موج کوتاه، وقتی با یکدیگر ترکیب می‌شوند نور سفید حاصل می‌شود. این نوع ترکیب رنگ را که در آن میزان روشنی نور پس از ترکیب اشعه‌های مختلف آن



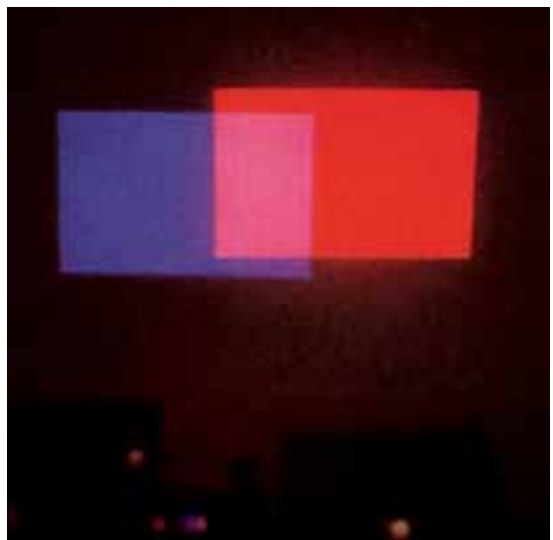
شکل ۶-۷- از ترکیب افزایشی بنفش با سبز که مجموعه‌ی طول موج‌های کوتاه و متوسط است، رنگ آبی فیروزه‌ای (سایان) حاصل می‌شود.  
سبز + بنفش = آبی مایل به فیروزه‌ای<sup>۱</sup>



شکل ۵-۷- وقتی سه منبع نور بنفش، سبز و قرمز با یکدیگر تلاقی کنند، در محل تلاقی آن‌ها روی صفحه سفید از طریق ترکیب افزایشی نور سفید حاصل می‌شود. زیرا هر سه طیف کوتاه، متوسط و بلند نور را در خود دارند.



شکل ۸-۷- از ترکیب افزایشی سبز با قرمز که مجموعه‌ی طول موج‌ها متوسط و بلند است، رنگ زرد حاصل می‌شود.  
قرمز + سبز = زرد



شکل ۷-۷- از ترکیب افزایشی بنفش با قرمز که مجموعه‌ی طول موج‌های کوتاه و بلند است، رنگ قرمز ارغوانی (ماژنتا) حاصل می‌شود.  
بنفش + قرمز = قرمز ارغوانی<sup>۲</sup>

۱- Cyan

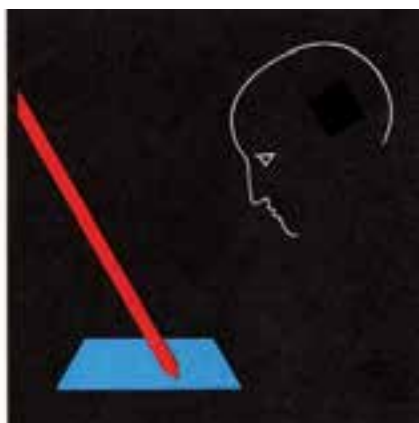
۲- Magenta

## ترکیب کاهشی

چنانچه در مقابل یک منبع نور فیلتر قرمز رنگی را قرار دهیم، جلوی تابش طول موجهای کوتاه و متوسط (همه رنگها بهجز قرمز) گرفته می شود و تنها  $\frac{1}{3}$  نور تابیده شده که دارای طول موج بلند است، یعنی طیف قرمز می تواند از فیلتر عبور کند. در واقع  $\frac{2}{3}$  نور توسط عناصر قرمز جذب شده و روشنایی نور کاهش پیدا می کند. حال چنانکه در مقابل این بخش از نور نیز فیلتری به رنگ آبی فیروزه ای (سایان) قرار بدهیم، منبع نور مورد نظر کاملاً تیره و تاریک دیده می شود. زیرا طول موج نور قرمز بلند است و نمی تواند از فیلتر آبی (سایان) که فقط طول موجهای کوتاه نور را می تواند از خود عبور دهد، بگذرد (شکل ۷-۹). این موضوع را می توان با روی هم قرار دادن دو فیلتر یا دو لایه رنگ شفاف

قرمز و آبی فیروزه ای نیز نشان داد (شکل ۷-۱۰). تیره دیده شدن منبع نور از ورای فیلترهای رنگی در اثر خاصیت کاهش دهنده آن هاست. زیرا فیلترهای رنگی فقط اجازه عبور طیف نور هم رنگ خود را می دهند. به این نوع ترکیب رنگی که باعث تیره شدن رنگ می شود، اصطلاحاً ترکیب کاهشی رنگ می گویند. ترکیب مواد رنگی را نیز ترکیب کاهش می گویند. زیرا وقتی سه رنگ اصلی را با یکدیگر مخلوط کنیم یک رنگ کاملاً تیره حاصل می شود (شکل ۷-۱۰).

خصوصیت ترکیب کاهشی رنگها را با استفاده از لایه های شفاف رنگهای آبرنگ، ماژیک یا اکولین نیز می توان نشان داد. اگر دو لایه از رنگهای اصلی شفاف روی یکدیگر قرار بگیرند رنگ جدیدی به دست می آید و اگر سه رنگ اصلی روی هم قرار بگیرند کاملاً تیره دیده می شوند (شکل ۷-۱۱).



(ب)



(الف)

الف - در صورتی که طیف نور قرمز به یک سطح هم رنگ خودش برخورد کند، چون همگی طیف نور به علت همخوان بودن بازتاب می شود، سطح قرمز رنگ به خوبی دیده می شود. ب - وقتی که یک دسته از طیف نور قرمز به یک سطح آبی فیروزه ای برخورد می کند به دلیل این که در رنگ آبی توانایی انعکاس طیف بلند نور قرمز وجود ندارد، طیف نور قرمز را جذب و هیچ بخشی از آن بازتاب نمی یابد. بنابراین سطح آبی فیروزه ای کاملاً تیره دیده می شود.

شکل ۷-۹



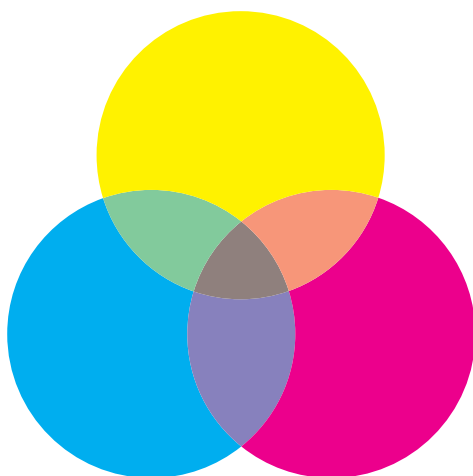
شکل ۷-۱۰ - نتیجه ی ترکیب کاهشی در اثر روی هم قرار گرفتن دو لایه شفاف به رنگ قرمز و فیروزه ای، رنگی کاملاً تیره است.



شکل ۱۱-۷- وقتی لایه‌هایی از رنگ‌های شفاف آبرنگ و ماژیک روی یکدیگر قرار می‌گیرند، نتیجه ترکیب کاهشی رنگ‌ها را ملاحظه خواهیم کرد.

درواقع وقتی جسمی به رنگ آبی یا قرمز دیده می‌شود، معنای آن این است که جسم موردنظر فقط بخشی از نور را بازتابانیده است که متناسب با رنگ خودش بوده است و بقیه نور تابیده شده را جذب کرده است.

وقتی جسم تیره رنگی در معرض تابش آفتاب قرار گیرد، درصد بسیار ناچیزی از نور را منعکس و بیشترین قسمت را جذب و تبدیل به انرژی گرمایی می‌کند به طوری که با لمس کردن جسم تیره می‌توان گرم شدن آن را دریافت. در عین حال جسم سفید رنگ به دلیل انعکاس بیشترین قسمت نور تابیده شده و جذب مقدار اندکی از آن بسیار خنک‌تر خواهد بود. بنابراین اجسام تنها بخشی از نور را منعکس و بخشی دیگر را جذب می‌کنند. این مواد رنگین، مثل رنگ‌هایی که در نقاشی کردن استفاده می‌شوند، وقتی با یکدیگر مخلوط می‌شوند ارزش رنگی یکدیگر را کاهش می‌دهند و یا خنثی می‌سازند. به همین دلیل از مخلوط کردن سه رنگ اصلی: زرد، قرمز و آبی با یکدیگر خاکستری بسیار تیره‌ای حاصل خواهد شد (شکل ۱۲-۷).



شکل ۱۲-۷- در اثر اختلاط سه رنگ اصلی زرد، قرمز و آبی که ترکیب کاهشی مواد رنگین است، رنگ بسیار تیره‌ای حاصل خواهد شد.

## تمرین

- ۱- راجع به فیزیک رنگ و ترکیب افزایشی رنگ‌ها تحقیق کرده و نتیجه آن‌را به صورت مکتوب و احیاناً با ارائه نمونه‌هایی در کلاس توضیح دهید.
- ۲- با استفاده از ماژیک، آبرنگ و گواش و به کارگیری سه تا پنج رنگ، سه نمونه از ترکیب کاهشی رنگ‌ها را به صورت ترکیب‌هایی از دو یا سه رنگ در کادرهای  $20 \times 20$  سانتی‌متر نشان دهید.